

GP-1746

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application )

Applicant: Peter Lahnor and Stephan Wege )

Serial No.: ~~09/993,304~~ )

09/933304 )

Filed: 08/20/2001 )

For: CMP PROCESS )

Examiner: Alanko )

Art Unit: 1746 )

) I hereby certify that this correspondence is  
) being deposited with the United Postal Service  
) as first class mail in an envelope addressed to:  
) Assistant Commissioner of Patents, P.O. Box  
) 2327, Arlington, VA 22202, on December 7,  
) 2001

) Gerald T. Shekleton

) Gerald T. Shekleton Reg. No. 27,466

CORRESPONDENCE

Assistant Commissioner for Patents  
P.O. Box 2327  
Arlington, VA 22202

Sir:

Enclosed is the certified copy of German Patent Application No. 100 42 932.7 hereby perfecting Applicant's claim for priority herein.

Respectfully submitted,

WELSH & KATZ, LTD.

By Gerald T. Shekleton

Gerald T. Shekleton  
Registration No. 27,466

Date: December 7, 2001  
WELSH & KATZ, LTD.  
120 South Riverside Plaza, 22nd Floor  
Chicago, Illinois 60606-3913  
Telephone: 312/655-1500

RECEIVED

DEC 17 2001

TC 1700

RECEIVED  
JAN 9 7 2002  
TC 1700

SAH

#6

1-22-02



# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 42 932.7  
Anmeldetag: 31. August 2000  
Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,  
München/DE  
Bezeichnung: CMP-Prozess  
IPC: H 01 L 21/283

RECEIVED  
DEC 17 2001  
TC 1700

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. September 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Niederst

RECEIVED  
JAN 07 2002  
TC 1700

## Beschreibung

### CMP-Prozess

- 5 Die Erfindung betrifft einen Metall-CMP-Prozess in Verbindung mit der Kontaktloch- bzw. Metallbahnätzung. Die dabei verwendeten Metallisierungen können beispielsweise aus Wolfram oder Kupfer bestehen.
- 10 Bei elektronischen Komponenten bestehen Verbindungen zwischen Metallbahnebenen in der Regel aus sogenannten W- bzw. Wolfram-Kontakten. Diese werden hergestellt, indem nach der Strukturierung der Kontaktlöcher ganzflächig ein in der Regel aus Titan und Titanverbindungen (z.B. TiN) bestehender Liner
- 15 und anschließend eine Metallisierung aus Wolfram auf das Dielektrikum aufgebracht wird. Im Anschluss daran wird in einem CMP-Prozess (chemisch-mechanischer Polier-Prozess) das aufgetragene Material bereichsweise abgetragen. Dieser CMP-Schritt stoppt auf dem Dielektrikum, in dem die Strukturierungen vorhanden sind. Es verbleiben die mit Wolfram gefüllten Kontaktlöcher. Ähnliches gilt für eine Kupfermetallisierung oder sonstige Metallisierung bei der sowohl die Kontaktlöcher, als auch die Leiterbahn vor der Metallabscheidung in das Dielektrikum strukturiert wird.
- 20
- 25 Die Vorgehensweise entsprechend dem Stand der Technik ist mit verschiedenen Problemen verbunden:
- Es ergibt sich eine hohe Defektdichte durch CMP-Kratzer, die davon abhängt, wie lange das Dielektrikum poliert wird.
  - Es erfolgt eine wesentliche Erosion der Alignmentmarken der Lithographie, was zu Overlay-Fehlern führen kann.

- Durch zu kurzes Polieren im CMP-Prozess können mit Metallreste in der folgenden Metallebene zu Kurzschlüssen führen.

- 5 - Defekte in unterliegenden Ebenen (z.B. Kratzer, Löcher) bilden sich im Dielektrikum ab und werden mit Metall gefüllt. Dieses Metall läßt sich im CMP-Schritt nur schwer entfernen und führt später zu Kurzschlüssen.

- 10 Die aufgeführten Nachteile werden dadurch verschärft, dass die Endpunkterkennung des CMP-Prozesses unzuverlässig ist. Weist das Dielektrikum eine Resttopologie auf, so entstehen daraus weitere Nachteile, da eine längere Polierzeit notwendig wird.

15

Derartige Verfahren können auch auf eine Leiterbahnebene angewendet werden, wobei die sogenannte Damascene-Technik verwendet wird. Die Beschreibung des technischen Gegenstandes erfolgt in dieser Schrift im Wesentlichen anhand von Kontaktlöchern.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen verbesserten CMP-Prozess zur Verfügung zu stellen.

- 25 Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch den Prozeß entsprechend Anspruch 1.

- Der Erfindung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass durch eine geeignete Hilfsschicht, die vor der Kontaktloch- bzw. Metallbahnätzung auf das Dielektrikum aufgebracht wird, der CMP-Prozess wesentlich verbessert werden kann. Die Hilfsschicht, die sich durch die oxidierenden Verhältnisse beim Metall-CMP-Prozess rückstandsfrei nasschemisch ätzen lässt oder durch das Polieren sehr entfernt werden kann, vermindert übermäßiges Bearbeiten der Oberfläche des Dielektrikums.

30

35

Die Hilfsschicht ist vorzugsweise in einer Stärke von 20 bis 100 nm ausgebildet. Sie besteht vorzugsweise aus diamantähnlichem Kohlenstoff, Kohlenstoffpolymeren oder aus anderen porösen Materialien. Maßgebend ist die leichte und rückstands-  
5 freie Abtragung im CMP-Prozess. Die oxidierenden Verhältnisse in einem Metall-CMP-Prozess werden beispielsweise erzeugt durch folgende Substanzen:  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KIO}_4$ .

10 Durch die Möglichkeit des Unterätzens des Liners, sobald dieser im CMP-Prozess durchbrochen wird, kann der Liner selbst in der Umgebung wesentlich schneller wegpoliert werden. Dies führt insgesamt zu folgenden Vorteilen:

- 15 - der Liner wird zuverlässiger und schneller entfernt, was die Zeit für den CMP-Prozess verkürzt. Als direkte Folge davon verringert sich die Zeit des Überpolierens auf dem Dielektrikum, wodurch die Defektdichte unmittelbar sinkt. In diesem Zusammenhang ist auch der Vorteil zu nennen, dass die Kantenverrundung von Alignmentmarken stark redu-  
20 ziert wird, wodurch eine zuverlässigere und genauere Justierung der Photomaske zur Strukturierung der nächsten Metallebene ermöglicht wird.
- 25 - Im Falle einer vorhandenen Topologie im oder auf dem Dielektrikum kann die Gefahr von Linerresten in tieferliegenden Gebieten erheblich reduziert werden. Dies beruht auf der Anhebung des Liners und der Metallisierung durch die darunter liegende Hilfsschicht. Somit sind insbesondere in oberflächlichen Vertiefungen des Dielektrikums der Liner  
30 und die Metallisierung vom CMP-Prozess erfassbar.
- 35 - Werden durch Defekte aus tiefer liegenden Ebenen lokale Topologien transferiert, so werden diese anstatt mit Metall mit der Hilfsschicht gefüllt. Dadurch kann das Verbleiben von Metallresten, die später zu Kurzschlüssen führen würden, an diesen Stellen vermieden werden.

- 5 - Weiterhin kann die Strukturierbarkeit der nächsten Metall-  
ebenen positiv beeinflusst werden, indem die Höhe, um die  
eine Leiterbahn bzw. das Kontaktloch über dem Dielektrikum  
hinaussteht verringert wird. Dies ist im Zusammenhang mit  
einer geringeren Defektdichte nach dem Metall-CMP-Prozess  
zu sehen, wobei sich im daran anschließenden sogenannten  
Touchup die Menge des zu entfernenden Oxides verringert.

10 Vorzugweise kann ein zusätzlicher nasschemischer Reinigungs-  
schritt angefügt werden, wenn Reste der Hilfsschicht entfernt  
werden müssen. Dieser Reinigungsschritt kann in einfacher  
Weise mit der obligatorischen Bürstenreinigung nach dem CMP-  
Prozess oder der nasschemischen Nachreinigung kombiniert wer-  
den.

15 Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, die  
Hilfsschicht als Hartmaske für die Kontaktlochstrukturierung  
mittels Trockenätzen zu verwenden. Dies geschieht vor dem  
CMP-Prozess, so dass eine Mehrfachnutzung der Hilfsschicht  
20 vorliegt. In Verbindung mit einem CARL-Lack ist eine solche  
Hilfsschicht ebenso als Ersatz für ein Bottom-Resist als  
Hartmaske für die Strukturierung von Kontaktlöchern einsetz-  
bar. Somit entsteht kein Kostennachteil durch eine zusätzli-  
che Schicht.

25 Im folgenden wird anhand von schematischen Figuren eine Aus-  
führungsbeispiel beschrieben.

30 Fig. 1 zeigt den Querschnitt vor einem Wolfram-CMP-Prozess  
mit einer Hilfsschicht 4,

Fig. 2 zeigt den Stand der Technik ohne eine Hilfsschicht 4,

35 Fig. 3 zeigt das Erreichen der Hilfsschicht 4 durch die der  
CMP-Prozeß aufgrund des schnellen Abtrages der Hilfsschicht  
förmlich durchbricht,

Fig. 4 zeigt das Entfernen von Linerresten durch Kombination von Polieren und Unterätzen, und

5 Fig. 5 zeigt das Entfernen von Linerresten bei unten liegender Topologie.

Die Hilfsschicht kann auch als Durchbruchsschicht bezeichnet werden, da der CMP-Prozess in sofern durchbrochen wird als durch den Einsatz der Hilfsschicht die Metallisierung und der Liner einfacher abzutragen sind. Die Hilfsschicht selbst wird  
10 dabei vollständig entfernt. Da die Hilfsschicht anfänglich vom Liner und vom Metall vollständig bedeckt ist, kann der Ätzangriff erst dort lokal erfolgen, wo der CMP-Prozess den Liner vollständig entfernt hat. An diesen Stellen erfolgt anschließend eine Unterätzung des Liners entsprechend Figur 3.  
15

Die Figuren 1 und 3 bis 5 zeigen den schematischen Ablauf einer Kontaktlochätzung für die Herstellung von sogenannten W-Kontakten. Dargestellt ist jeweils ein in der Regel aus einem Oxid bestehendes Dielektrikum 1 in dem ein Kontaktloch hergestellt werden soll. Über einem im Dielektrikum 1 enthaltenen Bereich aus Aluminium-Kupfer ist durch vorhergehenden Strukturierung ein Hohlraum geschaffen worden, der vom Liner 2 vollständig ausgekleidet und mit Wolfram 3 ausgefüllt ist.  
20 Nach dem Stand der Technik würde in einem CMP-Prozess der über dem Bereich des Dielektrikums liegende Liner 2 sowie die darüber liegende Metallisierung aus Wolfram 3 entfernt werden. Zur restlosen Entfernung des Liners 2, der in der Regel aus einem relativ hartem Material wie beispielsweise Titan besteht, muss in einem hohen Maße überpoliert werden. Dies  
25 führt zu einer wesentlichen Defektdichte durch CMP-Kratzer auf dem Dielektrikum.  
30

Figur 1 zeigt eine Darstellung entsprechend dem Stand der Technik in Figur 2, wobei zusätzlich die Hilfsschicht 4 vorhanden ist. Die Hilfsschicht 4 ist auf dem Dielektrikum 1 positioniert. In Strukturierungen wie Durchgangslöchern ist die  
35

Hilfsschicht 4 nicht vorhanden. In Figur 1 ist erkennbar, dass in einem CMP-Prozess, der auf dem Dielektrikum 1 gestoppt wird, sowohl die Wolframschicht 3 als auch der Liner 2 teilweise und die Hilfsschicht 4 vollständig entfernt werden.

5 Die Eigenschaft der Hilfsschicht 4 führt dazu, dass der CMP-Prozess wesentlich optimiert wird, indem beim Durchbrechen des Liners 2 dieser unterätzt wird und relativ einfach zu entfernen ist.

10 Figur 3 zeigt schematisch das Erreichen der Hilfsschicht 4 im CMP-Prozess, wobei die Schicht des Liners 2 Durchbrüche 5 aufweist, so dass die chemische Abtragung bzw. Unterätzung der Hilfsschicht 4 erfolgen kann.

15 Figur 4 verdeutlicht die schnelle Entfernung von Linerresten durch die Kombination von chemischem und mechanischem Abtrag. Die dargestellten Pfeile zeigen an, dass die Hilfsschicht 4 sowohl durch Unterätzen seitlich abgetragen wird als auch der mechanische Polierprozess von oben wirkt.

20 Figur 5 zeigt eine aus Vertiefungen bestehende Topologie an der Oberfläche des Dielektrikums 1. Diese unten liegende Topologie würde im Stand der Technik dafür sorgen, dass die Prozesszeit stark verlängert ist, bis der Liner 2 restlos entfernt ist. Durch das Vorhandensein der Hilfsschicht 4 wird  
25 die Linerschicht derart über die Oberfläche des Dielektrikums 1 angehoben, dass ein schneller mechanischer Abtrag möglich ist. Die chemische Ätzung der Hilfsschicht 4 wirkt gleichzeitig.

30 Es ist möglich, das Erreichen der Hilfsschicht durch ein Endpunktsignal während des CMP-Prozesses zu detektieren. Jetzt können insbesondere Motorstrommessungen, Temperaturmessungen, optische Reflektionsmessungen, akustische- und Vibrationsmes-  
35 sungen oder sogar Messungen der Padverfärbung (Verfärbung der Anschlussflecken) angewendet werden.



Für den Fall, dass die Hilfsschicht 4 zugleich als Hartmaske für vorausgehende Strukturierungen verwendet wird, kann sie als Bestandteil eines CARL-Verfahrens eingesetzt werden. Die Prozessführung bei einem CARL-Lack erfolgt in drei Schritten.

5

Im ersten Schritt wird der CARL-Lack aufgebracht, belichtet, entwickelt und silyliert. Im zweiten Schritt wird die Hilfsschicht selektiv zur silylierten CARL-Schicht durchgeätzt.

10

Dies geschieht unter Einsatz von  $O_2$  mit  $SO_2$ ,  $CHF_3$ ,  $N_2$  oder  $H_2/N_2$  in einem Trockenätzverfahren. Vorzugsweise können ME-RIE-Reaktoren (Magnetically Enhanced Reactive Ion Etching) oder High Density Quellen, wie induktiv gekoppelte Anregungen oder eine ECR-Quelle, verwendet werden.

15

Das eigentliche Via (Kontaktloch) wird in einem zweiten Schritt mit hoher Selektivität gegenüber der Hilfsschicht 4 strukturiert. Dies geschieht unter Einsatz von  $Ar$ ,  $CHF_3$ ,  $CF_4$  oder  $Ar$ ,  $C_4F_8$ ,  $CO$ ,  $O_2$  oder  $Ar$ ,  $C_5F_8$ ,  $O_2$  oder  $Ar$ ,  $C_4F_6$ ,  $O_2$ . Der CARL-Lack wird dabei gleichzeitig entfernt. Auf diese Weise kann die Maßhaltigkeit der Vias verbessert werden, und die Gefahr eines Ätzstopps bei zu kleinen oder zu tiefen Vias verringert sich.

20

25

Als Alignmentmarken 7 (Ausrichtemarken) werden beispielsweise die oberen Ecken bzw. Kanten der Schicht aus Wolfram 3 verwendet, wie es in den Figuren 3 bis 5 dargestellt ist. Nach dem Stand der Technik sind bei einer üblichen Polierzeit diese Kanten teilweise stark erodiert, d. h. abgerundet, so dass Ausrichtefehler einhergehen. Durch die Verringerung der CMP-Prozesszeit werden diese Alignmentmarken 7 weniger stark angegriffen, d. h. kontrastreicher ausgebildet.

30

## Patentansprüche

1. CMP-Prozess für eine Kontaktloch und/oder Metallbahnätzung bei dem ein auf einem Dielektrikum (1) nach der Strukturierung ganzflächig abgeschiedener Liner (2) und eine auf dem Liner (2) ganzflächig abgeschiedene Metallisierung, welche vorzugsweise aus Wolfram oder Kupfer besteht, durch einen chemisch-mechanischen Polier-Prozess (CMP), der auf dem Dielektrikum (1) stoppt, bereichsweise abgetragen werden,

10

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

zumindest in den die Strukturierungen umgebenden Bereichen auf dem Dielektrikum (1) eine durch den CMP-Prozess leicht entfernbare Hilfsschicht (4) zwischen Dielektrikum (1) und Liner (2) dargestellt wird.

15

2. CMP-Prozess nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20

d a s s d i e H i l f s s c h i c h t ( 4 ) e i n e S c h i c h t d i c k e i m B e r e i c h v o n 2 0 b i s 1 0 0 n m a u f w e i s t .

3. CMP-Prozess nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

25

d a s s d i e H i l f s s c h i c h t ( 4 ) z u m i n d e s t a l s T e i l a l s H a r t m a s k e f ü r d i e d e r Ä t z u n g v o r a u s g e h e n d e S t r u k t u r i e r u n g d u r c h T r o c k e n ä t z e n v e r w e n d e t w i r d .

4. CMP-Prozess nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

d a s s d a s E r r e i c h e n d e r H i l f s s c h i c h t ( 4 ) d u r c h e i n Ä t z s t o p p - E r f a s s u n g s s i g n a l w ä h r e n d d e s C M P - P r o z e s s e s d e t e k t i e r t w i r d .

5. CMP-Prozess nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

35

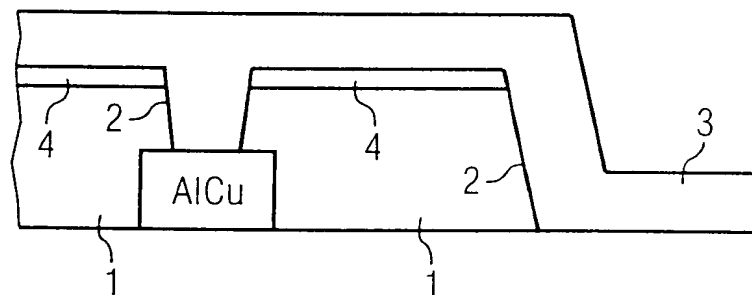
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

d a s s e i n z u s ä t z l i c h e r n a ß c h e m i s c h e r R e i n i g u n g s s c h r i t t a m E n d e d e r Ä t z u n g d u r c h g e f ü h r t w i r d .

6. CMP-Prozess nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hilfsschicht (4) aus diamantähnlichem Kohlenstoff,  
5 Kohlenstoffpolymeren oder aus porösem Material besteht.

7. CMP-Prozess nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hilfsschicht (4) in Verbindung mit einem CARL-Lack  
10 als Bottom-Resist verwendet wird.

FIG 1



## Bezugszeichenliste

	1	Dielektrikum
	2	Liner
5	3	Wolfram
	4	Hilfsschicht
	5	Durchbruch
	6	Topologie
	7	Alignmentmarke
10		

1/2

FIG 1

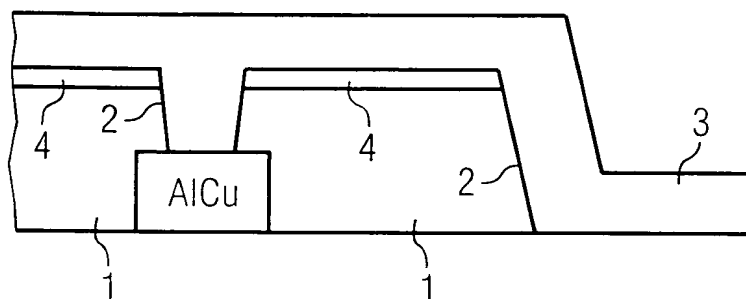


FIG 2

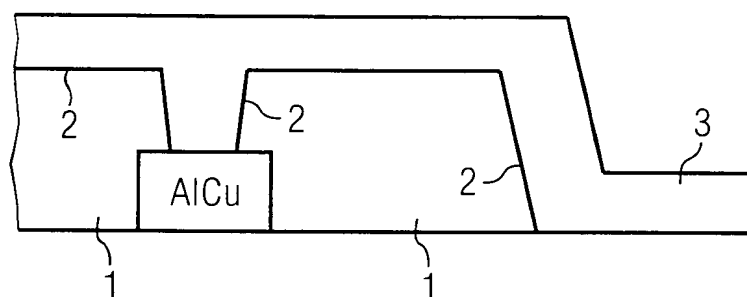


FIG 3

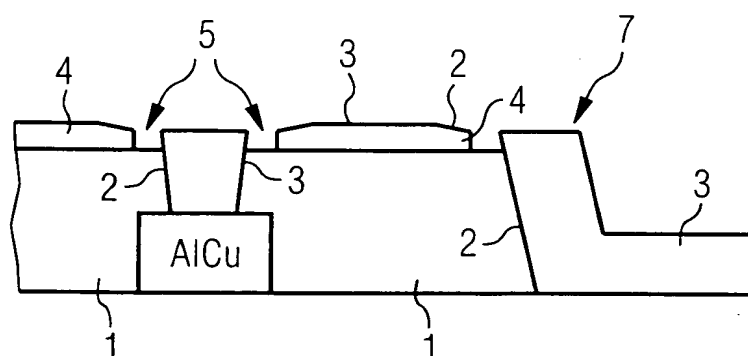


FIG 4

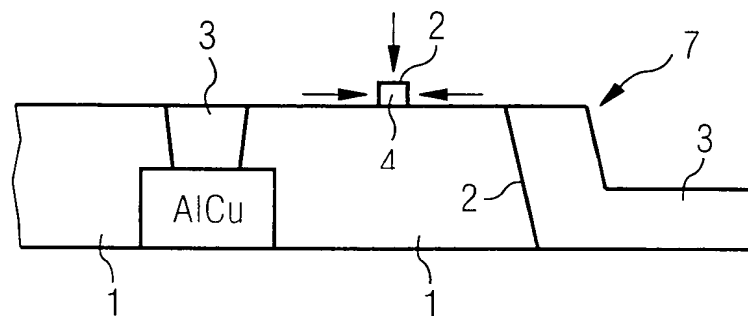
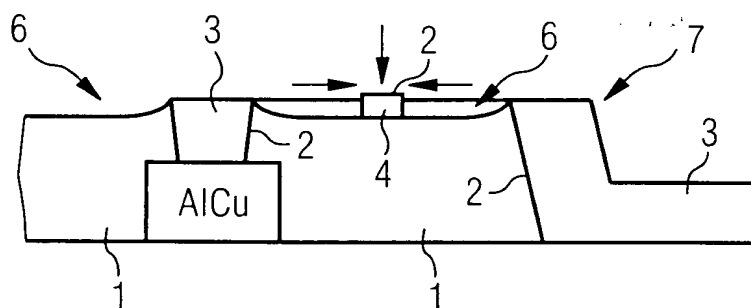


FIG 5





Creation date: 10-14-2003  
Indexing Officer: TVO10 - TUYEN KIM VO  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 09933304

Legal Date: 01-25-2002

No.	Doccode	Number of pages
1	IDS	2

Total number of pages: 2

Remarks:

Order of re-scan issued on .....